

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. September 2005 (01.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/080810 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F16C 33/12, 33/20 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): KS GLEITLAGER GMBH [DE/DE]; Am Bahnhof 14, 68789 St. Leon-Rot (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001765 (72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum: 21. Februar 2005 (21.02.2005) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BICKLE, Wolfgang [DE/DE]; Friedensstrasse 13, 68799 Reilingen (DE). SCHUBERT, Werner [DE/DE]; Bergwerkstr. 23, 69168 Wiesloch (DE). PASTERNAK, Axel [DE/DE]; Hammerstadtstr. 16, 76669 Bad Schönbörn (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: FRIZ, Oliver; Dreiss, Fuhldorf, Steimle & Becker, Postfach 10 37 62, 70032 Stuttgart (DE).

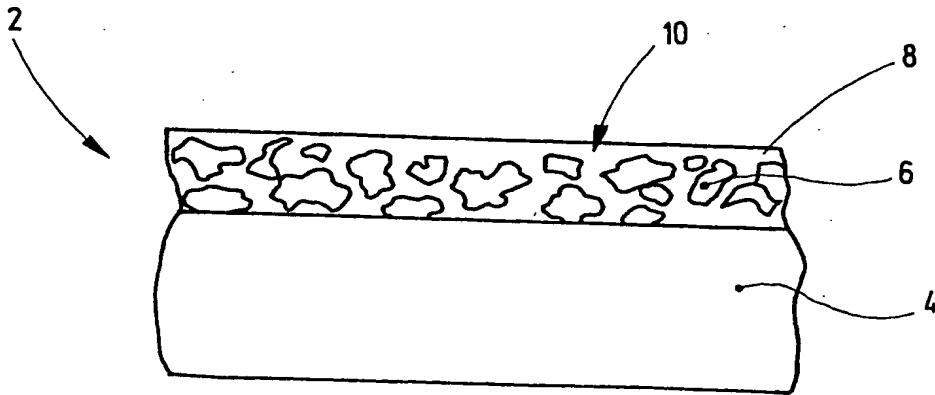
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(30) Angaben zur Priorität: 10 2004 008 633.8 21. Februar 2004 (21.02.2004) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SLIDE BEARING COMPOSITE MATERIAL

(54) Bezeichnung: GLEITLAGERVERBUNDWERKSTOFF



(57) **Abstract:** The invention relates to a slide bearing composite material (2) comprising a metallic supporting layer (4), a metallic porous carrier layer (6) that is sintered or sprayed on the supporting layer and has a thickness of between 100 and 500  $\mu\text{m}$ , especially between 200 and 350  $\mu\text{m}$ , and a sliding layer (10) forming a sliding surface for a sliding partner and consisting of a sliding layer material (8) based on a polymer, which also fills the pores of the carrier layer (6) and optionally comprises fillers especially improving the tribological properties. The aim of the invention is to reduce the increase of the thickness of the wall as a result of the deformation. To this end, the porous carrier layer consists of irregular particles having a completely irregular noncircular geometry, and has a pore volume of at least 40 vol. % before the deformation process.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Gleitlagerverbundwerkstoff (2) mit einer metallischen Stützschicht (4), einer darauf aufgesinterten oder aufgespritzten metallischen, porösen Trägerschicht (6) einer Dicke von 100-500  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 200-350  $\mu\text{m}$ , und einer eine Gleitfläche für einen Gleitpartner bildenden Gleitschicht (10) aus einem Gleitschichtmaterial

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/080810 A1



CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

(8) auf Polymerbasis, welches auch die Poren der Trägerschicht (6) ausfüllt und gegebenenfalls insbesondere die tribologischen Eigenschaften verbessernde Füllstoffe umfasst; um den Wanddickenanstieg infolge der Umformung zu reduzieren, ist die poröse Trägerschicht aus spratzigen Partikeln einer durchweg unregelmäßigen unrunden Geometrie gebildet und weist ein Porenvolumen von wenigstens 40 Vol.-% vor einem Umformvorgang auf.

**Gleitlagerverbundwerkstoff****Beschreibung**

Die Erfindung betrifft einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer metallischen Stützschicht, einer darauf aufgesinterten oder aufgespritzten metallischen, porösen Trägerschicht einer Dicke von 100 bis 500  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 200 bis 350  $\mu\text{m}$ , und einer eine Gleitfläche für einen Gleitpartner bildenden Gleitschicht aus einem vorzugsweise bleifreien Gleitschichtmaterial auf Polymerbasis, welches auch die Poren der Trägerschicht ausfüllt und gegebenenfalls insbesondere die tribologischen Eigenschaften verbessernde Füllstoffe umfasst. Gleitlagerverbundwerkstoffe werden als Endlosbänder in kontinuierlichen Verfahren hergestellt. Sie werden dann insbesondere in Längsrichtung in mehrere Bänder geteilt und aufgehaspelt. Die Herstellung von Gleitlagerelementen erfolgt dann ausgehend von einem aufgehaspelten Gleitlagerverbundwerkstoff wiederum in Endlosverfahren, indem insbesondere nach Kantenbearbeitungsvorgängen, wie z. B. Strehlen, Längsabschnitte, sogenannte "Platinen", von dem endlosen Gleitlagerverbundwerkstoff in einer Herstellungsmaschine abgelängt und auf Schalenform gebogen oder in Buchsenform gerollt werden. Es ist auch möglich, dass dabei zusätzlich ein Bund bei der Schale oder Buchse gebildet wird, indem ein Randabschnitt der Platine "umgelegt" wird.

Auch ist es möglich, dass ausgehend von ebenen Platinenabschnitten eine sphärische Geometrie hergestellt wird.

Umformvorgänge bei Gleitlagerverbundwerkstoffen mit einem in eine poröse Trägerschicht einimprägnierten Gleitschichtmaterial auf Polymerbasis sind stets kritisch im Hinblick auf eine Verdrängung des Gleitschichtmaterials. Bei Gleitlagerelementen der vorstehend genannten Art ist die Gleitschicht der nach radial innen gewandten Seite des Gleitlagerelements bzw. des entsprechend umgeformten Gleitlagerverbundwerkstoffes zugewandt angeordnet. Es kommt hier also beim Biegen oder Rollen des Gleitlagerverbundwerkstoffes zu komprimierenden Vorgängen im metallischen Material der porösen Trägerschicht und in dem darin aufgenommenen Gleitschichtmaterial. Auf der radial äußeren Seite kommt es hingegen im Material der metallischen Stützschicht zumindest radial außen, also außerhalb der sogenannten "neutralen Faser" des Umformvorgangs, zu Zugspannungen. Die erwähnten Druckspannungen im Bereich der porösen Trägerschicht und des darin einimprägnierten Gleitschichtmaterials wirken sich dahingehend aus, dass die metallischen Partikel der Trägerschicht enger gegeneinander gedrängt werden, und zwar zu Lasten der Porosität, also zu Lasten des Porenvolumens der metallischen Trägerschicht. Dabei wird in die Trägerschicht bzw. in deren Poren einimprägniertes Gleitschichtmaterial in Richtung der

Flächennormalen der Gleitschicht verdrängt. Auf diese Weise entsteht ein Wanddickenanstieg des Gleitschichtmaterials, und zwar was den Überstand des Gleitschichtmaterials über der metallischen porösen Trägerschicht betrifft. Dies ist nachteilig und beeinflusst die Maßhaltigkeit der aus dem Gleitlagerverbundwerkstoff herstellbaren gebogenen oder gerollten oder in sonstiger Weise umgeformten Gleitlagerelemente.

Vor dem Hintergrund, dass zur Ausbildung der Gleitschicht ein Überstand des Gleitschichtmaterials über der Trägerschicht je nach Gleitlagerelement und Anwendung variierend von 5 - 100 µm erreicht werden sollte, könnte man den erwarteten Wanddickenanstieg infolge Umformung des Gleitlagerverbundwerkstoff von vornherein bei der Konfigurierung des Gleitlagerverbundwerkstoff berücksichtigen, indem der Überstand des Gleitschichtmaterials über der Trägerschicht vor dem Umformen entsprechend dem erwarteten Wanddickenanstieg geringer gewählt wird. Es zeigt sich jedoch, dass dies wiederum zu extremen Qualitätsproblemen führt, und zwar aufgrund einer mangelhaften Überdeckung der Trägerschicht, wenn von vornherein ein nur sehr geringer Überstand gewählt wird. Dies bedeutet nämlich, dass die Gefahr besteht, dass bei einem geringen Überstand des Gleitschichtmaterials über der Trägerschicht die Trägerschicht, zumal aufgrund ihrer oberflächenrauen Struktur, nicht vollständig und durchgehend

von dem Gleitschichtmaterial überfangen oder bedeckt ist. Störstellen dieser Art lassen sich dann auch nicht durch eine Verdrängung des Gleitschichtmaterials in Dickenrichtung mit einem dadurch einhergehenden Wanddickenanstieg heilen. Aber auch ein weiterer Aspekt ist wesentlich: Endlose Gleitlagerverbundwerkstoffe werden in der Regel für die Produktion unterschiedlicher Gleitlagerelemente hergestellt und vorgehalten. Es wäre deshalb unwirtschaftlich, für bestimmte Anwendungen, also quasi auftraggebunden Werkstoffe mit geringeren Überständen herzustellen und vorzuhalten. Es werden je nach Anwendung Gleitlagerverbundwerkstoffe mit einem Überstand des Gleitschichtmaterials von 5 bis 100 µm benötigt, die aber vorzugsweise aus demselben Gleitlagerverbundwerkstoff hergestellt werden sollten.

Der vorliegenden Erfahrung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Gleitlagerverbundwerkstoff der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass unter Beibehaltung einer guten Anbindung des Gleitschichtmaterials an die Trägerschicht ein qualitativ hochwertiges Gleitlagerelement durch Umformen des Gleitlagerverbundwerkstoffes erhalten werden kann, wobei die eingangs erwähnten Probleme beim Umformen nicht oder zumindest in geringerem Maße auftreten, als dies bislang der Fall ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Gleitlagerverbundwerkstoff der genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die poröse

Trägerschicht aus spratzigen Partikeln einer durchweg unregelmäßigen oder irregulären unrunden Geometrie gebildet ist und ein Porenvolumen von wenigstens 40 Vol.-% vor einem Umformvorgang aufweist.

Es wurde in überraschender Weise festgestellt, dass bei verhältnismäßig hohen Porositäten der Trägerschicht im Ausgangsmaterial der vorausgehend beschriebene Wanddickenanstieg bei Umformvorgängen des Gleitlagerverbundwerkstoffs reduzierbar ist. Dies war zunächst nicht anzunehmen, da ja bei einem größeren mit Gleitschichtmaterial gefüllten Porenvolumen insgesamt mehr Material und anzunehmender Weise eher widerstandslos verdrängt werden kann. Es zeigte sich aber überraschenderweise, dass dies nicht der Fall ist. Die Verdrängung von Gleitschichtmaterial auf Polymerbasis ist vielmehr bei bekannten Gleitlagerverbundwerkstoffen mit einer porösen Trägerschicht aus regelmäßigen überwiegend sphärischen metallischen Partikeln mit einem Porositätsvolumen von nur etwa 30 % bezogen auf das Gesamtvolumen der porösen Trägerschicht um wenigstens 10 %, in Abhängigkeit von der Geometrie des Umformvorgangs auch um wenigstens 20 % größer. Auch wenn poröse Trägerschichten nicht aus kugelförmigen, sondern aus verrundet ausgebildeten knollenförmigen oder kartoffelförmigen metallischen Partikeln (jedoch ohne scharfe Kanten oder tiefe Einbuchtungen irregulärer Gestalt) gebildet sind, was üblicherweise mit

einem Porositätsvolumen der Trägerschicht von etwa 35 % einhergeht, erweist sich der resultierende Wanddickenanstieg beim Umformen aus den erörterten Gründen als nachteilig und im Hinblick auf die zu erzielende Qualität als problematisch.

Mit der vorliegenden Erfindung wurde festgestellt, dass bei einer Ausbildung der Trägerschicht aus metallischen Partikeln einer durchweg irregulären oder unregelmäßigen, unrunden Geometrie, die als spratzig bezeichnet werden, was mit kantigen, bizarren Hintergriffsabschnitten innerhalb der Trägerschicht einhergeht, ein sehr hohes Porenvolumen von wenigstens 40 Vol.-% erreicht werden kann. Spratzige Partikel haben ein Längen/Breitenverhältnis von deutlich  $> 3$ , insbesondere von deutlich  $> 4$  im Gegensatz zu regelmäßigen kugelförmigen Partikeln, die überwiegend ein Verhältnis von 1 - 1,1 aufweisen, und knolligen Partikeln, die ein Verhältnis von 1,5 - 3 jedoch ohne scharfe Kanten sondern mit verrundeter Gestalt aufweisen. Das mit spratzigen Partikeln erreichbare hohe Porenvolumen von wenigstens 40 Vol.-% in Verbindung mit der unregelmäßigen unrunden Geometrie der Partikel der Trägerschicht führt in überraschender Weise dazu, dass bei Umformvorgängen insgesamt weniger Gleitschichtmaterial aus den Poren der Trägerschicht nach radial innen verdrängt wird. Durch das größere Aufnahmevermögen für das Gleitschichtmaterial können durch den Umformvorgang bedingte Volumenverringerungen innerhalb der porösen Trägerschicht teilweise durch die Elastizität oder

Kompressibilität des Gleitschichtmaterials aufgenommen werden, so dass dieses im Ergebnis weniger stark verdrängt wird. Aber auch das Haltevermögen der porösen Trägerschicht für das Gleitschichtmaterial ist aufgrund der größeren Porosität und der spratzigen Gestalt der die Trägerschicht bildenden metallischen Partikel verbessert. Die oberflächenoffenen Öffnungen oder Kanäle, welche das überstehende Gleitschichtmaterial an die Trägerschicht anbinden, haben solchenfalls auch nach dem Umformprozess eine größere Querschnittsfläche als dies der Fall wäre wenn mit Porositäten im bekannten Bereich von 30 - 35 % gearbeitet wird. Auch die von der regelmäßigen Kugelgestalt oder von der ebenfalls verrundeten Knollengestalt abweichende irreguläre unrunde Geometrie der spratzigen Partikel der Trägerschicht verbessert die Anbindung des Gleitschichtmaterials.

Zur Herstellung der Trägerschicht werden vorzugsweise spratzige Pulverpartikel aus Zinn-Bronze-Legierung (CuSn8-12) eingesetzt, die eine Fülldichte von 2,7 - 4,2 aufweisen. Unter der Fülldichte eines spezifischen Pulvermaterials (einer Charge) wird bei einer Befüllung eines vorgegebenen Volumens durch lose Schüttung des Pulvers derjenige Faktor verstanden, der multipliziert mit derjenigen Masse von Wasser, die dasselbe Volumen ausfüllen würde, die Masse des Pulvers ergibt. Bei Ausfüllung eines Volumens von 100 cm<sup>3</sup> durch ein lose geschüttetes Pulver würde sich somit eine Masse des Pulvers von 270 - 420 g ergeben. Dieser Wert der

Fülldichte hängt bei gegebener Legierungszusammensetzung (und somit gegebenem spezifischem Gewicht) von der Geometrie des Pulvers ab.

Die spritzigen metallischen Pulverpartikel zur Bildung der porösen Trägerschicht haben vorteilhafterweise eine charakteristische Korngröße von 75 - 110  $\mu\text{m}$ . Unter der charakteristischen Korngröße wird derjenige Größenwert in  $\mu\text{m}$  verstanden, bezüglich dem 50 Massen-% einer betrachteten Charge eine größere Korngröße aufweisen und 50 Massen-% eine geringere Korngröße aufweisen. Es handelt sich also um eine mittlere Partikelgröße. Die Korngrößenverteilung wird durch Siebrückstandsuntersuchungen für eine betreffende Charge bestimmt. Das Ergebnis kann entweder (nicht kumuliert) in Massen-% für eine jeweilige Maschenweite angegeben werden oder kumuliert nach DIN ISO 4497 (so dass bei der geringsten Maschenweite nahezu 100 Massen-% ermittelt wird). Der kumulierte Siebrückstand kann durch eine Verteilungsfunktion angegeben werden, nämlich

$$R = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}}$$

R = kumulierter Siebrückstand

t = Maschenweite

$\eta$  = charakteristische Korngröße

$\beta$  = Formparameter (=Steigung der Geraden bei logarithmischer Auftragung nach DIN 66 145).

Eine bevorzugte Korngrößenverteilung ist gekennzeichnet durch einen Formparameter  $\beta$  von 2,5 - 5 und eine charakteristische Korngröße im oben angegebenen Bereich.

Die poröse Trägerschicht weist vorteilhafterweise ein Porenvolumen von wenigstens 41 %, insbesondere von wenigstens 42 %, insbesondere von wenigstens 43 %, insbesondere von wenigstens 44 % und besonders bevorzugter Maßen von wenigstens 45 Vol.-% auf.

Es versteht sich, dass der Wanddickenanstieg, womit nur der Anstieg des Überstands des Gleitschichtmaterials über der porösen Trägerschicht gemeint ist, von der Wanddicke und von der Stärke der Umformung, insbesondere vom Durchmesser einer Schalen- oder Buchsenform abhängt. Je größer die Wanddicke  $S_3$  eines Gleitlagerverbundwerkstoff (gemessen über alle Schichten) und je geringer der Außendurchmesser einer Schalen- oder Buchsenform (von Außenseite zu Außenseite der Stützschicht gemessen) ist, desto stärker sind die Druckspannungen und die Verringerung des Porenvolumens an der Innenseite des herzustellenden Gleitlagerelements. Die Wanddickenzunahme  $a$  (in  $\mu\text{m}$ ) bei der Gleitschicht (Überstand über der Trägerschicht) bei einem erfindungsgemäßen

Gleitschichtmaterial, das auf Schalen- oder Buchsenform umgeformt wird, genügt der Beziehung

$$a = b \cdot e^{\frac{c \cdot s_3}{d_2}}$$

mit  $0,0035 < b < 0,0045$  und  $9,2 < c < 9,7$ , wobei  $s_3$  die Wanddicke des Gleitlagerverbundwerkstoff und  $d_2$  den Außendurchmesser der Buchsen- oder Schalenform bezeichnet.

Die Porosität der aus aufgesinterten oder aufgespritzten metallischen Partikeln irregulärer Geometrie gebildeten porösen Trägerschicht kann durch Bestimmung des Verhältnisses des Flächenanteils der Poren zur Gesamtquerschnittsfläche der porösen Trägerschicht in einem metallografischen Schliff in Prozent berechnet und angegeben werden. Hierzu kann von einem Gleitlagerverbundwerkstoff nach dem Einimprägnieren des Gleitschichtmaterials ein metallografischer Schliff senkrecht zur Bandebene hergestellt werden. Es wird dann der Flächeninhalt der im Schnitt erscheinenden Bronze- Bestandteile mit einem Mikroskop durch Umfangsabtastung bestimmt. Dieser Flächeninhalt wird von der Gesamtquerschnittsfläche der Trägerschicht subtrahiert. Die restliche Fläche entfällt dann auf die Poren und kann als prozentualer Anteil zur Gesamtfläche als Porosität angegeben werden. Eine Auswertung von fünf verschiedenen Schliffen desselben

Gleitlagerverbundwerkstoffs im Abstand weniger Zehntel Millimeter führt zu hinreichend genauen Werten.

Das Gleitschichtmaterial eines erfindungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoffs beruht vorteilhafte Weise auf PVDF-Basis oder PES-Basis oder PPS-Basis oder PA-Basis. Das erfindungsgemäße Gleitschichtmaterial umfasst nach einer Ausführungsform der Erfindung wenigstens 50 Vol.-% PVDF und weiter insbesondere wenigstens 60 Vol.-% PVDF, insbesondere 60 - 85 Vol.-% PVDF. Es umfasst nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wenigstens 60 Vol.-% PES oder PPS, insbesondere 60 - 85 Vol.-% PES oder PPS, oder wenigstens 60 Vol.-% PA, insbesondere 60 - 85 Vol.-% PA.

Gleitschichtmaterialien auf PES-Basis mit wenigstens 50, vorzugsweise wenigstens 60 Vol.-% PES sind für den Einsatz bei höheren Betriebstemperaturen, insbesondere bei Dauergebrauchstemperaturen von etwa bis zu 140 °C geeignet.

Das Polymere Gleitschichtmaterial kann in vorteilhafter Weise des Weiteren wenigstens 5, insbesondere wenigstens 8 Vol.-% und weiter insbesondere wenigstens 10 Vol.-% PTFE umfassen. Es kann aber nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung auch auf PTFE-Basis beruhen und insbesondere wenigstens 60 Vol.-%, weiter insbesondere wenigstens 70 Vol.-% PTFE umfassen.

Durch den Zusatz von PTFE als Schmierstoff werden die tribologischen Eigenschaften nachhaltig positiv beeinflusst. Ein zunehmender Gehalt an PTFE macht den Gleitlagerverbundwerkstoff aber anfälliger für Strömungserosion bei extremen Belastungen. Aus diesem Grund erweist sich beispielsweise eine Gleitlagerbuchse für Stoßdämpferanwendungen für Schlechtwegstrecken (extreme Belastung) mit einem hohen PTFE-Gehalt oder gar auf PTFE-Basis als weniger geeignet. Solche Gleitlagerbuchsen für Stoßdämpferanwendungen beruhen daher eher auf PVDF- oder PES-Basis und umfassen gegebenenfalls Zusätze von nur ca. 5 bis 12 Vol.-% PTFE.

Die eingangs optional erwähnten Füllstoffe können beispielsweise Zinksulfid oder Bariumsulfat mit einem Anteil von wenigstens 5 Vol.-%, insbesondere wenigstens 8 Vol.-% und weiter insbesondere von 8 bis 12 Vol.-% bezogen auf das Gleitschichtmaterial im Ausgangszustand betragen.

Das Gleitschichtmaterial umfasst wenigstens 5 Vol.-%, insbesondere wenigstens 8 Vol.-% und weiter insbesondere 8 bis 12 Vol.-% Graphit als die tribologischen Eigenschaften verbessernder Schmierstoff.

Die Zugabe von wenigstens 2 Vol.-%, insbesondere von 2 bis 6 Vol.-% Kohlenstofffasern erweist sich ebenfalls als vorteilhaft, da hierdurch die Belastbarkeit, also die

Tragfähigkeit, des Gleitschichtmaterials bzw. der hierdurch gebildeten Gleitschicht erhöht werden kann.

Die poröse Trägerschicht ist vorzugsweise aus Zinn-Bronze-Partikeln, insbesondere aus CuSn(8-12)-Partikeln gebildet. Die Stützschicht des Gleitlagerverbundwerkstoffes kann aus Stahl oder aus Bronze bestehen.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Gleitlagerbuchse, hergestellt aus einem Gleitlagerverbundwerkstoff, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19. Die Erfindung betrifft des weitere eine Gleitlagerbuchse für Stoßdämpferanwendungen mit den Merkmalen des Anspruchs 20.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Patentansprüchen und aus der zeichnerischen Darstellung und nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoffes. In der Zeichnung zeigt:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht durch einen erfindungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoff und

Figur 2 der ermittelte Wanddickenanstieg in Abhängigkeit des Verhältnisses von Wandstärke des Gleitlagerverbundwerkstoffes zum Buchsendurchmesser.

Figur 1 zeigt einen insgesamt mit dem Bezugszeichen 2 bezeichneten Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer metallischen Stützschicht 4 aus Stahl und einer metallischen porösen Trägerschicht 6, die ein Porenvolumen bezogen auf das Volumen der Trägerschicht von wenigstens 40 Vol.-% begrenzt. Man erkennt ferner Gleitschichtmaterial 8 auf Polymerbasis, welches nicht nur die Poren der Trägerschicht 6 vorzugsweise vollständig ausfüllt, sondern auch einen eine Gleitschicht 10 bildenden Überstand über der porösen Trägerschicht 6 bildet. Die Gleitschicht 10 bzw. das die Gleitschicht 10 bildende Gleitschichtmaterial 8 muss so weit wie möglich die Trägerschicht 6 vollständig überdecken, ohne dass oberflächenoffene Risse, Spalte oder Öffnungen auftreten. Es soll also eine vorzugsweise 100 %-ige Überdeckung der porösen Trägerschicht schon im Ausgangszustand des Gleitlagerverbundwerkstoff, also vor dem Umformen zur Bildung von Gleitelementen, erreicht sein.

Nachfolgend sind bevorzugte Zusammensetzungen des bleifreien Gleitschichtmaterials angegeben.

1. PA 67 Vol.-%  
PTFE 10 Vol.-%  
ZnS 10 Vol.-%  
Graphit 10 Vol.-%  
C-Fasern 3 Vol.-%

2. PVDF 67 Vol.-%

PTFE 10 Vol.-%

ZnS 10 Vol.-%

Graphit 10 Vol.-%

C-Fasern 3 Vol.-%

3. PVDF 67 Vol.-%

PTFE 10 Vol.-%

BaSO<sub>4</sub> 10 Vol.-%

Graphit 10 Vol.-%

C-Fasern 3 Vol.-%

4. PES 70 Vol.-%

PTFE 10 Vol.-%

PPSU 10 Vol.-%

BaSO<sub>4</sub> 5 Vol.-%

TiO<sub>2</sub> 5 Vol.-%

5. PPS 70 Vol.-%

PTFE 10 Vol.-%

PPSU 10 Vol.-%

BaSO<sub>4</sub> 5 Vol.-%

TiO<sub>2</sub> 5 Vol.-%

6. PTFE 75 Vol.-%

ZnS 17 Vol.-%

PFA 5 Vol.-%

C-Fasern 3 Vol.-%

Der in Figur 2 dargestellte Wanddickenanstieg  $a$  in Abhängigkeit des Verhältnisses  $(S_3/d_2)$  (Wandstärke des Gleitlagerverbundwerkstoffs / Außendurchmesser einer hieraus gerollten Buchse) wurde bei zwei Gleitlagerverbundwerkstoffen bestimmt, die sich im Porositätsvolumen unterscheiden und 28 Vol.-% bzw. 45 Vol.-% aufweisen. Es handelt sich dabei um einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer Stützschicht aus Stahl, einer porös aufgesinterten Trägerschicht aus kugelförmigen CuSn10-Bronzepartikeln (bei 28 Vol.-%) und aus spratzigen CuSn10-Bronzepartikeln (bei 45 Vol.-%), die mit einer auf PTFE-Basis beruhenden Gleitschicht gefüllt war.

Beispielsweise ergibt sich bei einer aus diesem Gleitlagerverbundwerkstoff gerollten Gleitlagerbuchse mit 11 mm Innendurchmesser und einer Wandstärke des Gleitlagerverbundwerkstoffs von 1 mm ein Verhältnis von  $S_3/d_2$  von 0,091. Man entnimmt den Kurven in der Figur 2 einen Unterschied des Wanddickenanstiegs von ca. 2  $\mu\text{m}$ , also einen Unterschied in der Größenordnung von etwa 20 % der getesteten Werkstoffe.

**Patentansprüche**

1. Gleitlagerverbundwerkstoff (2) mit einer metallischen Stützschicht (4), einer darauf aufgesinterten oder aufgespritzten metallischen, porösen Trägerschicht (6) einer Dicke von 100 - 500  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 200 - 350  $\mu\text{m}$ , und einer eine Gleitfläche für einen Gleitpartner bildenden Gleitschicht (10) aus einem Gleitschichtmaterial (8) auf Polymerbasis, welches auch die Poren der Trägerschicht (6) ausfüllt und gegebenenfalls insbesondere die tribologischen Eigenschaften verbessernde Füllstoffe umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die poröse Trägerschicht (6) aus spratzigen Partikeln einer durchweg unregelmäßigen unrunden Geometrie gebildet ist und ein Porenvolumen von wenigstens 40 Vol.-% vor einem Umformvorgang aufweist.
2. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngrößenverteilung der metallischen Partikel eine charakteristische Korngröße von 75 - 110  $\mu\text{m}$  aufweist.
3. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngrößenverteilung der metallischen Partikel durch einen Formparameter  $\beta$  von 2,5 - 5 bezeichnet ist.

4. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wanddickenzunahme bei der Gleitschicht beim Biegen des Gleitschichtmaterials auf Schalen- oder Buchsenform der Beziehung

$$a = b \cdot e^{\frac{c \cdot s_3}{d_2}}$$

genügt, mit  $0,0035 < b < 0,0045$  und  $9,2 < c < 9,7$ , insbesondere mit  $0,0038 < b < 0,0042$  und  $9,4 < c < 9,5$ , wobei  $s_3$  die Wanddicke des Gleitlagerverbundwerkstoffes und  $d_2$  den Außendurchmesser der Buchsen- oder Schalenform bezeichnet.

5. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die poröse Trägerschicht (6) ein Porenvolumen von wenigstens 41 %, insbesondere von wenigstens 42 %, insbesondere von wenigstens 43 %, insbesondere von wenigstens 44 % und weiter insbesondere von wenigstens 45 % aufweist.

6. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die poröse Trägerschicht (6) ein Porenvolumen von 43 - 48 % aufweist.

7. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) bleifrei ausgebildet ist.

8. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 50 Vol.-% PVDF umfasst.
9. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 60 Vol.-% PVDF umfasst.
10. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 60 Vol.-% PA umfasst.
11. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 60 Vol.-% PES umfasst.
12. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 60 Vol.-% PPS umfasst.
13. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 5, insbesondere wenigstens 8 Vol.-% und weiter insbesondere wenigstens 10 Vol.-% PTFE umfasst.

14. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) auf PTFE-Basis beruht, insbesondere wenigstens 60 Vol.-% PTFE, insbesondere wenigstens 70 Vol.-% PTFE umfasst.
15. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 5 Vol.-%, insbesondere wenigstens 8 Vol.-% und weiter insbesondere 8 - 12 Vol.-% Zinksulfid und/oder Bariumsulfat umfasst.
16. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 5 Vol.-%, insbesondere wenigstens 8 Vol.-% und weiter insbesondere 8 - 12 Vol.-% Graphit umfasst.
17. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial (8) wenigstens 2 Vol.-%, insbesondere 2 - 6 Vol.-% Kohlenstofffasern umfasst.
18. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die poröse Trägerschicht (6) aus Zinnbronze-Partikeln, insbesondere aus CuSn(8-12)-Partikeln gebildet ist.

19. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützschicht (4) aus Stahl oder aus Bronze besteht.
20. Gleitlagerbuchse, hergestellt aus einem Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche.
21. Gleitlagerbuchse nach Anspruch 20, mit einem Außendurchmesser von 10 - 15 mm, insbesondere von 10 - 13 mm und mit einem Überstand des Gleitschichtmaterials über der porösen Trägerschicht von 10 - 30  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 10 - 25  $\mu\text{m}$  und weiter insbesondere von 12 - 20  $\mu\text{m}$ , wobei das Gleitschichtmaterial die poröse Trägerschicht vollständig überdeckt.

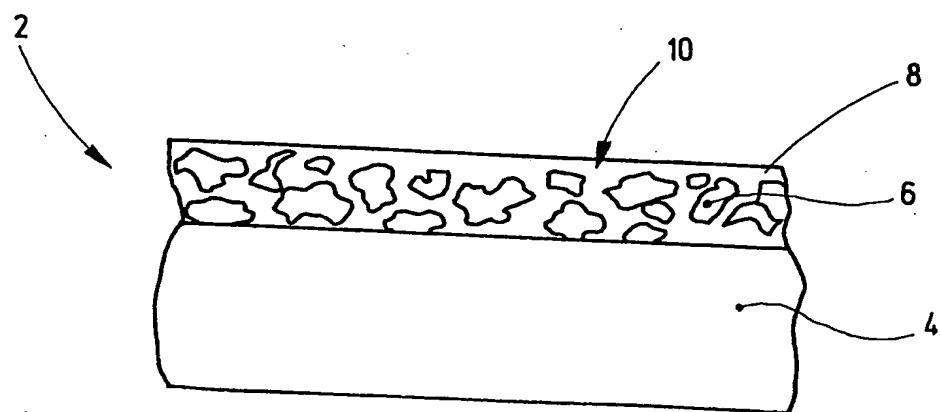


Fig.1

2/2

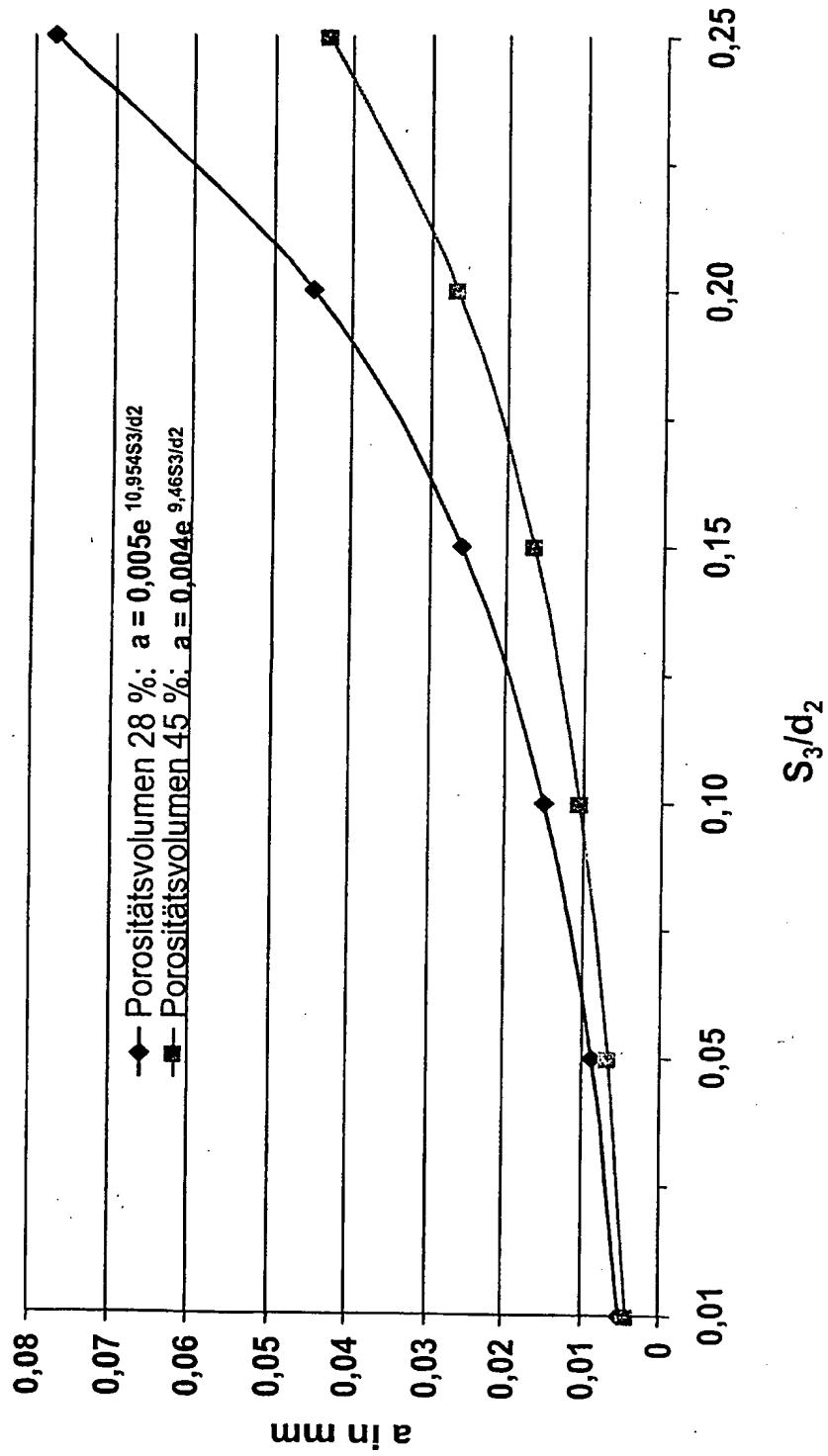


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/001765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F16C33/12 F16C33/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 852 298 A (FEDERAL-MOGUL DEVA GMBH) 8 July 1998 (1998-07-08) claims 1,6-10; figure 1	1,5-7, 13,19 8-12, 14-17 4
A	column 2, line 27	
X	US 5 217 814 A (KAWAKAMI ET AL) 8 June 1993 (1993-06-08)  figures 5,6 column 3, lines 11-63 column 4, lines 4-13 column 4, line 65 – column 5, line 11 column 5, lines 27-38,51-63	1-3,5,6, 10,13, 16,18-21
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report
20 June 2005	27/06/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Maukonen, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/001765

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 232 922 A (KOLBENSCHMIDT AKTIENGESELLSCHAFT) 19 August 1987 (1987-08-19) claims 1-4,6,7,10-12; figure 1	8-12, 14-17
Y	US 4 394 275 A (BICKLE ET AL) 19 July 1983 (1983-07-19) claims 1-8; figure 1 column 1, lines 56-64 column 2, lines 20-31	1
Y	DE 36 23 929 A1 (GLYCO-METALL-WERKE DAELEN & LOOS GMBH, 6200 WIESBADEN, DE) 21 January 1988 (1988-01-21) column 9, lines 18-33; figure 6	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No
PCT/EP2005/001765

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0852298	A	08-07-1998	DE	19753639 A1		25-06-1998
			DE	59709564 D1		24-04-2003
			EP	0852298 A1		08-07-1998
			ES	2189917 T3		16-07-2003
			JP	10166474 A		23-06-1998
			JP	10204506 A		04-08-1998
			PL	323704 A1		22-06-1998
			US	6042778 A		28-03-2000
US 5217814	A	08-06-1993	JP	5157115 A		22-06-1993
EP 0232922	A	19-08-1987	DE	3601569 A1		23-07-1987
			AT	44080 T		15-06-1989
			DE	3760253 D1		20-07-1989
			EP	0232922 A1		19-08-1987
			JP	2747582 B2		06-05-1998
			JP	62184225 A		12-08-1987
			US	4847135 A		11-07-1989
US 4394275	A	19-07-1983	DE	3027409 A1		25-02-1982
			AT	13216 T		15-05-1985
			DE	3170383 D1		13-06-1985
			EP	0044577 A1		27-01-1982
			ES	8205649 A1		01-11-1982
DE 3623929	A1	21-01-1988		NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001765

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F16C33/12 F16C33/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klasseifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 852 298 A (FEDERAL-MOGUL DEVA GMBH) 8. Juli 1998 (1998-07-08)	1,5-7, 13;19
Y	Ansprüche 1,6-10; Abbildung 1	8-12, 14-17
A	Spalte 2, Zeile 27	4
X	US 5 217 814 A (KAWAKAMI ET AL) 8. Juni 1993 (1993-06-08)	1-3,5,6, 10,13, 16,18-21
	Abbildungen 5,6 Spalte 3, Zeilen 11-63 Spalte 4, Zeilen 4-13 Spalte 4, Zeile 65 – Spalte 5, Zeile 11 Spalte 5, Zeilen 27-38,51-63	
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

20. Juni 2005

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

27/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Maukonen, K

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001765

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 232 922 A (KOLBENSCHMIDT AKTIENGESELLSCHAFT) 19. August 1987 (1987-08-19) Ansprüche 1-4, 6, 7, 10-12; Abbildung 1	8-12, 14-17
Y	US 4 394 275 A (BICKLE ET AL) 19. Juli 1983 (1983-07-19) Ansprüche 1-8; Abbildung 1 Spalte 1, Zeilen 56-64 Spalte 2, Zeilen 20-31	1
Y	DE 36 23 929 A1 (GLYCO-METALL-WERKE DAELEN & LOOS GMBH, 6200 WIESBADEN, DE) 21. Januar 1988 (1988-01-21) Spalte 9, Zeilen 18-33; Abbildung 6	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001765

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0852298	A	08-07-1998		DE 19753639 A1 DE 59709564 D1 EP 0852298 A1 ES 2189917 T3 JP 10166474 A JP 10204506 A PL 323704 A1 US 6042778 A		25-06-1998 24-04-2003 08-07-1998 16-07-2003 23-06-1998 04-08-1998 22-06-1998 28-03-2000
US 5217814	A	08-06-1993	JP	5157115 A		22-06-1993
EP 0232922	A	19-08-1987		DE 3601569 A1 AT 44080 T DE 3760253 D1 EP 0232922 A1 JP 2747582 B2 JP 62184225 A US 4847135 A		23-07-1987 15-06-1989 20-07-1989 19-08-1987 06-05-1998 12-08-1987 11-07-1989
US 4394275	A	19-07-1983		DE 3027409 A1 AT 13216 T DE 3170383 D1 EP 0044577 A1 ES 8205649 A1		25-02-1982 15-05-1985 13-06-1985 27-01-1982 01-11-1982
DE 3623929	A1	21-01-1988		KEINE		